

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 0 886 200 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
23.12.1998 Patentblatt 1998/52

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G05F 1/613

(21) Anmeldenummer: 98110544.8

(22) Anmeldetag: 09.06.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 18.06.1997 DE 19725842

(71) Anmelder:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Feldtkeller, Martin  
81543 München (DE)

### (54) Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer lastunabhängigen Gleichspannung

(57) Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer lastunabhängigen Gleichspannung mit einer durch eine Stromregelanordnung (SRA) geregelten Netzstromaufnahme, wobei in einem Rückkopplungszweig (RZ) von einer zur Messung einer Ausgangsspannung ( $U_a$ ) dienenden Spannungsmeßanordnung (MA1) zu der Stromregelanordnung (SRA) ein Funktionsgenerator

(FG) enthalten ist, der ein von einem Eingangssignal ( $x$ ) gemäß einer Funktion  $y=f(x)$  abhängiges Ausgangssignal ( $y$ ) erzeugt, wobei die Ableitung der Funktion  $f(x)$  von dem Eingangssignal ( $x$ ) abhängig ist und wobei die Ableitung wenigstens abschnittsweise mit wachsendem Eingangssignal ( $x$ ) zunimmt.

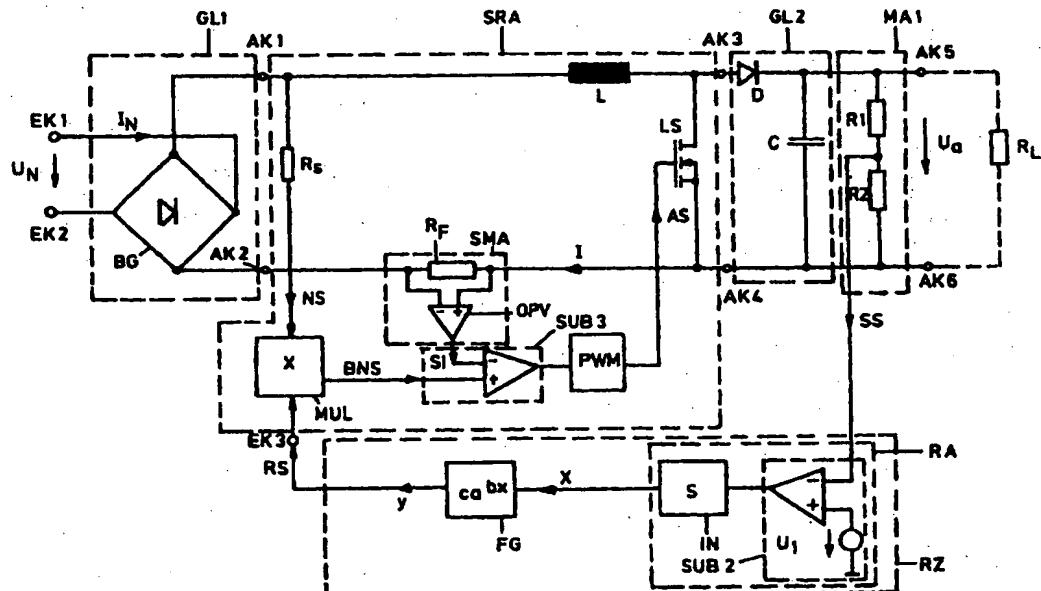


Fig. 1

EP 0 886 200 A2

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer lastunabhängigen Gleichspannung mit folgenden Merkmalen:

- einer ersten Gleichrichteranordnung mit einem Wechselspannungsanschluß und zwei Ausgangsklemmen;
- einer an die Ausgangsklemmen der ersten Gleichrichteranordnung angeschlossenen, zwei Ausgangsklemmen aufweisenden Stromregelanordnung zur Regelung der Netzstromaufnahme;
- einer an die Ausgangsklemmen der Stromregelanordnung angeschlossenen zweiten Gleichrichteranordnung mit Ausgangsklemmen, an denen eine Ausgangsspannung abgreifbar ist;
- einer an die Ausgangsklemmen der zweiten Gleichrichteranordnung angeschlossenen Spannungsmeßanordnung zum Bereitstellen eines Spannungssignals an einem Ausgang;
- einem Rückkopplungszweig mit einer integrierten Regelanordnung aufweisenden Regelanordnung zur Rückkopplung des Spannungssignals an eine Eingangsklemme der Stromregelanordnung.

Aufgabe derartiger Schaltungsanordnungen, die insbesondere in Schaltnetzteilen Anwendung finden, ist es, als Ausgangsspannung eine Gleichspannung für an die Ausgangsklemmen anschließbare Verbraucher zur Verfügung zu stellen, wobei die Ausgangsspannung ihren Wert für Laständerungen innerhalb eines vorgebaren Bereiches beibehalten soll.

Eine an den Ausgangsklemmen auftretende Laständerung erfordert bei gleichbleibender Netzspannung eine Änderung der durch die Stromregelanordnung geregelten, insbesondere sinusförmigen Stromaufnahme. Bleibt die Stromaufnahme und damit die Leistungsaufnahme bei Laständerung zunächst gleich, erfolgt eine Änderung der Ausgangsspannung. Diese Änderung wird durch die Spannungsmeßanordnung registriert und als Spannungssignal über den Rückkopplungszweig an die Stromregelanordnung zurückgekoppelt, um dort die Stromaufnahme abhängig von der Laständerung nachzuregeln bis die Ausgangsspannung wieder den vorgegeben Wert erreicht. Um eine Rückkopplung unvermeidlicher, insbesondere bei Verwendung einfacher zweiter Gleichrichteranordnungen auftretender Schwankungen der Ausgangsspannung um den vorgegebenen Wert zu vermeiden, ist bei derartigen Schaltungsanordnungen üblicherweise eine Integration des Spannungssignals in der Regelanordnung des Rückkopplungszweiges vorgesehen. Bedingt durch eine für gewöhnlich große Integrationszeitkonstante

werden Laständerungen und damit Änderungen der Ausgangsspannung verzögert an die Stromregelanordnung zurückgekoppelt, die Nachregelung der Stromänderung erfolgt daher relativ träge.

5 Eine Änderung der Stromaufnahme ist ebenfalls bei Änderung der Netzspannung erforderlich, die insbesondere dann zu berücksichtigen ist, wenn die Schaltungsanordnung in sogenannten Weitbereichsnetzteilen verwendet wird, die eine gleichbleibende

10 Ausgangsspannung für Eingangsspannungen zwischen ca. 90V und 265V liefern sollen. Ändert sich die Eingangsspannung, so ändert sich die Netzstromaufnahme zunächst proportional zu der Spannungsänderung, während sich die durch die Schaltungsanordnung

15 aufgenommene und abgegebene Leistung quadratisch abhängig von der Spannungsänderung ändert. Wird die Stromaufnahme zunächst nicht nachgeregelt, so sinkt die Ausgangsspannung bspw. bei Verringerung der Netzspannung zunächst ab, wobei diese Änderung

20 durch die Spannungsmeßanordnung registriert und als integriertes Spannungssignal über den Rückkopplungszweig an die Strommeßanordnung zurückgekoppelt wird.

Die Stromaufnahme wird sowohl bei Laständerung  
25 als auch bei Änderung des Netzspannung solange nachgeregelt, bis sich die Ausgangsspannung wieder auf den vorgegebenen Wert eingestellt hat.

Die Regelung der Stromaufnahme in der Stromregelanordnung erfolgt unter Verwendung eines Regelkreises, dem ein bewertetes Netzspannungssignal zugeführt wird, wobei sich die Stromaufnahme proportional zu diesem Signal einstellt. Üblicherweise erfolgt die Generierung des bewerteten Netzspannungssignals durch Multiplikation eines an der Eingangsklemme der Stromregelanordnung anliegenden Regelsignals mit einem direkt von der Netzspannung abhängigen Netzspannungssignal.

Soll bspw. bei gleicher Last die an den Ausgangsklemmen anliegende Ausgangsspannung und damit die abgegebene Leistung bei einer Halbierung der Netzspannung beibehalten werden, so ist eine Verdopplung der ursprünglichen Stromaufnahme erforderlich, d. h. das Netzspannungssignal ist mit dem Faktor vier zu bewerten, um eine Stromaufnahme zu erreichen, die doppelt so groß wie die ursprüngliche Stromaufnahme ist. Das an der Eingangsklemme der Stromregelanordnung anliegende Regelsignal ist somit quadratisch von der Netzspannung abhängig, wobei das Signal umso größer ist, je kleiner die Netzspannung ist.

Gleiche Laständerungen an den Ausgangsklemmen der Stromregelanordnung bewirken gleiche Spannungsänderungen des Ausgangssignals, während an der Eingangsklemme eine Signaländerung erforderlich ist, die von der Netzspannung abhängt. Eine Änderung des an der Eingangsklemme anliegenden Signals muß proportional zu der Laständerung erfolgen, d. h. das Regelsignal muß sich halbieren, wenn bspw. die Last halbiert wird. Da der Signalhub des Spannungssignals

lediglich lastabhängig, der Signalhub des an der Eingangsklemme der Stromregelanordnung anliegenden Regelsignals jedoch von der Netzspannung abhängig sind, benötigt eine Nachregelung der Ausgangsspannung bei gleicher Laständerung am Ausgang unterschiedlich lange für unterschiedliche Netzspannungen. So verneinfacht sich die für die Ausregelung benötigte Zeitdauer bei Reduzierung der Eingangsspannung um ein Drittel bei gleicher Laständerung.

Um dieses Problem zu umgehen, wird bei einer bekannten derartigen Schaltungsanordnung bei Bildung des bewerteten Netzspannungssignals der quadratische Mittelwert der Netzspannung berücksichtigt, wobei die Mittelung mittels eines mehrpoligen Tiefpaß-filters erfolgt, was sehr aufwendig ist.

Bei einer anderen bekannten Schaltungsanordnung ist ein Umschalter vorgesehen, der eine zusätzliche Bewertung des Netzspannungssignals im Verhältnis 1:4 durchführt, wobei diese Bewertung lediglich für zwei verschiedene Eingangsspannungen, üblicherweise 120V und 240V exakt ist.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer lastunabhängigen Gleichspannung zur Verfügung zu stellen, bei der eine Nachregelung der Ausgangsspannung unabhängig von der Last und wenigstens annäherungsweise unabhängig von der Netzspannung erfolgt.

Dieses Ziel wird durch eine eingangs genannte Schaltungsanordnung erreicht, die folgendes zusätzliches Merkmal aufweist:

einen der Regelanordnung in dem Rückkopplungszweig nachgeschalteten Funktionsgenerator, der ein von einem Eingangssignal gemäß einer Funktion  $y=f(x)$  abhängiges Ausgangssignal erzeugt, wobei die Ableitung der Funktion  $f(x)$  von dem Eingangssignal abhängig ist und wobei die Ableitung wenigstens abschnittsweise mit wachsendem Eingangssignal zunimmt.

Das Ausgangssignal des Funktionsgenerators, das der Stromregelanordnung an deren Eingangsklemme zur Bewertung des Netzspannungssignals zugeführt wird, ist gemäß  $y=f(x)$  abhängig von einem von der Integrationsanordnung gelieferten Signal, welches wiederum von dem Spannungssignal abhängt. Aufgrund der wenigstens abschnittsweise zunehmenden Steigung der Funktion  $f(x)$  bewirken gleiche Änderungen des Eingangssignals absolut gesehen umso größere Änderungen des Ausgangssignal, je größer der Wert des Ausgangssignals ist. Änderungen des Spannungssignals bei Änderung der an den Ausgangsklemmen der Schaltungsanordnungen angeschlossenen Last wirken sich damit abhängig von dem Wert des an der Eingangsklemme anliegenden Signals auf dieses an der Eingangsklemme anliegende Signal aus. Die an der Eingangsklemme für unterschiedliche Netzspannungen anliegenden Regelsignale sind zwar weiterhin quadra-

tisch von der jeweiligen Netzspannung abhängig, eine Änderung dieser Signale bei gleicher Laständerung erfolgt jedoch aufgrund des Funktionsgenerators abhängig von deren Absolutwert. Der Einfluß der Netzspannung, von der der Wert des Regelsignals abhängt, auf die zur Nachregelung der Stromaufnahme benötigten Zeitdauer ist damit erheblich reduziert.

Vorteilhafterweise ist der Funktionsgenerator so gewählt, daß er das Ausgangssignal wenigstens annäherungsweise gemäß  $y=c \cdot a^{bx}$  aus dem Eingangssignal erzeugt. Das Ausgangssignal des Funktionsgenerators, das der Stromregelanordnung an deren Eingangsklemme zur Bewertung des Netzspannungssignals Zugeführt wird, ist damit exponentiell abhängig von dem von der Integrationsanordnung gelieferten Signal, welches wiederum von dem Spannungssignal abhängt. Änderungen des Spannungssignals bei Änderung der an den Ausgangsklemmen der Schaltungsanordnungen angeschlossenen Last wirken sich damit exponentiell auf das an der Eingangsklemme anliegende Regelsignal aus. Die an der Eingangsklemme für unterschiedliche Netzspannungen anliegenden Regelsignale sind quadratisch von der jeweiligen Netzspannung abhängig, eine Änderung dieser Signale bei gleicher Laständerung erfolgt jedoch aufgrund des Funktionsgenerators mit exponentieller Übertragungsfunktion proportional zu deren Absolutwert. Die Regelung der Netzstromaufnahme erfolgt damit bei dieser Ausführungsform unabhängig von der Last und der Netzspannung.

Je nach zu regelndem Lastbereich besteht die Möglichkeit, die Exponentialfunktion in dem benötigten Abschnitt durch eine rationale Funktion  $y=f(x)=x^n$ , mit  $n$  vorzugsweise größer 2, oder durch eine beliebige andere Polynomfunktion anzunähern.

Die Schaltungsanordnung ist vorzugsweise so gestaltet, daß die Basis  $a$  zu welcher das Eingangssignal des Funktionsgenerators in den Exponenten gesetzt ist, die Eulersche Zahl  $e$  ist. Derartige Funktionsgeneratoren mit einem zur Basis  $e$  exponentiellen Übertragungsverhalten sind auf einfache Weise unter Verwendung einer Diode oder eines Transistors zu realisieren.

Weiterhin ist vorgesehen, dem Funktionsgenerator eine erste Subtrahierschaltung nachzuschalten, die ein konstantes Signal von dem Ausgangssignal des Funktionsgenerators subtrahiert. Bei Leerlauf der Schaltungsanordnung, d. h. Entfernen der Last an deren Ausgangsklemmen, muß der Strom in der Stromregelanordnung bei Vernachlässigung von Verlusten in der Schaltungsanordnung auf null zurückgeregelt werden. Dies erfordert ein Signal null an der Eingangsklemme der Stromregelanordnung. Ein Ausgangssignal null ist mit einem Funktionsgenerator, der ein exponentielles Übertragungsverhalten aufweist, nicht zu realisieren, da dies theoretisch ein Eingangssignal vom Wert minus unendlich erfordert. Durch Subtraktion eines konstanten Signals von dem Ausgangssignal des Funktionsge-

nerators ist ein Wert null an der Eingangsklemme der Stromregelanordnung bei einem endlichen Eingangssignal des Funktionsgenerators erreichbar.

Vorzugsweise weist die Stromregelanordnung einen parallel zu deren Eingangsklemmen geschalteten Leistungsschalter, einen Impulsweitenmodulator, eine zweite Spannungsmeßanordnung, eine Strommeßanordnung, eine zweite Subtrahieranordnung sowie eine Multiplizieranordnung auf. Der Leistungsschalter wird hierbei abhängig von einem Ausgangssignal des Pulsweitenmodulators geöffnet oder geschlossen wobei einem Eingang des Pulsweitenmodulators über die zweite Subtrahieranordnung ein Differenzsignal zugeführt ist, das sich aus der Differenz eines von der Strommeßanordnung gelieferten Signals und eines von der Multiplizieranordnung gelieferten Produktsignals ergibt. Das Produktsignal wird mittels der Multiplizieranordnung aus einem Ausgangssignal der zweiten Spannungsmeßanordnung, das dem Netzspannungssignal entspricht, und dem an der Eingangsklemme der Stromregelanordnung anliegenden Regelsignal gebildet. Eine derartige Stromregelanordnung bewirkt eine bei Vorliegen einer sinusförmigen Netzspannung im wesentlichen sinusförmige Netzstromaufnahme, wobei die Amplitude der Netzstromaufnahme durch Bewertung des Netzspannungssignals variiert werden kann.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung der erfindungsgemäßigen Schaltungsanordnung in einem Schaltnetzteil.

Die Erfindung wird nachfolgend mittels Ausführungsbeispielen anhand von Schaltbildern näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung nach einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 2 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung nach einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Figur 3 beispielhafte Realisierung eines Funktionsgenerators mit exponentiellem Übertragungsverhalten.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßigen Schaltungsanordnung. Dargestellt ist eine einen Brückengleichrichter BG aufweisende erste Gleichrichteranordnung GL1 mit einem Wechselspannungsanschluß EK1, EK2 und Ausgangsklemmen AK1, AK2, an die eine Stromregelanordnung SRA angeschlossen ist. Die Stromregelanordnung besitzt eine Eingangsklemme EK3 zum Anlegen eines von einem Rückkopplungszweig RZ gelieferten Regelsignals RS. Die Stromregelanordnung SRA verfügt weiterhin über Ausgangsklemmen AK3, AK4, an denen eine zweite Gleichrichteranordnung GL2 angeschlossen ist. An Ausgangsklemmen AK5, AK6 der zweiten

Gleichrichteranordnung GL2 ist eine Ausgangsspannung  $U_a$  abgreifbar, die unabhängig von einer an die Ausgangsklemmen AK5, AK6 anschließbaren Last  $R_L$  konstant gehalten werden soll.

5 An den Ausgangsklemmen AK5, AK6 der zweiten Gleichrichteranordnung GL2 ist weiterhin eine erste Spannungsmeßanordnung MA1 angeschlossen, welche ein von der Ausgangsspannung  $U_a$  abhängiges Spannungssignal SS an eine Regelanordnung RA in dem Rückkopplungszweig RZ liefert. Der Regelanordnung RA ist in dem Rückkopplungszweig RZ ein Funktionsgenerator nachgeschaltet, der in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Ausgangssignal y abhängig von einem Eingangssignal x gemäß

$$y = c \cdot a^{bx}$$

liefert. Dieses Ausgangssignal y ist in dem dargestellten Beispiel der Eingangsklemme EK3 der Stromregelanordnung SRA direkt als Regelsignal RS zugeführt.

20 Die dargestellte Stromregelanordnung SRA verfügt über eine zweite Spannungsmeßanordnung, die als Widerstand  $R_S$  ausgebildet ist, der mit einer Ausgangsklemme AK1 der ersten Gleichrichteranordnung GL1 verbunden ist, und an welchem ein Netzspannungssignal NS abgreifbar ist. Dieses Netzspannungssignal NS ist aufgrund des Brückengleichrichters BG vom Betrag der Netzspannung  $U_N$  abhängig. Nach Multiplikation dieses Netzspannungssignals NS in einem Multiplizierer MUL mit dem Regelsignal RS erfolgt eine Subtraktion eines von einer Strommeßanordnung SMA gelieferten Stromsignals SI von dem sich aus der Bewertung des Netzspannungssignals NS mit dem Regelsignal RS ergebenden bewerteten Netzspannungssignals BNS. Die Strommeßanordnung SMA weist in dem dargestellten Beispiel einen Stromfühlwiderstand  $R_F$  auf, an welchem mittels eines in die Stromregelanordnung SRA hineinfließenden bzw. hinausfließenden Stromes I ein Spannungsabfall hervorgerufen wird, der mittels eines Operationsverstärkers OPV ermittelt und als Stromsignal SI an eine dritte Subtrahieranordnung SUB3 geliefert wird. Ein Ausgangssignal der dritten Subtrahieranordnung SUB3 liegt an einem Eingang eines Pulsweitenmodulators 25 PWM an, an dessen Ausgang Ansteuersignale AS anliegen, mittels welcher ein zwischen den Ausgangsklemmen AK3, AK4 der Stromregelanordnung SRA verschalteter Leistungsschalter LS geöffnet oder geschlossen ist. Bei geschlossenem Leistungsschalter LS fließt der Strom I in der Stromregelanordnung über eine Induktivität L und den Leistungsschalter; die Induktivität L nimmt hierbei Energie auf. Bei geöffnetem Leistungsschalter LS gibt die Induktivität L Energie in Form von Strom über eine Diode D an eine Kapazität C der zweiten Gleichrichteranordnung GL2 ab. Die Ansteuersignale AS des Pulsweitenmodulators PWM sind so, 30 daß der Schalter LS umso länger geschlossen ist, je größer ein am Eingang des Pulsweitenmodulators

PWM anliegendes Signal ist.

Die dargestellte Stromregelanordnung SRA bewirkt bei sinusförmiger Netzspannung  $U_N$  bzw. sinusbetragförmigem Netzspannungssignal NS eine sinusförmige Netzstromaufnahme  $I_N$  bzw. einen sinusbetragförmigen Strom I. Die Amplitude des Stromes I ist proportional zur Amplitude des von der Multiplizieranordnung MUL gelieferten bewerteten Netzspannungssignals BNS. Eine Halbierung der Netzspannung  $U_N$  bewirkt damit eine Halbierung der Netzstromaufnahme bzw. eine Reduktion der an die Last  $R_L$  abgegebene Leistung um den Faktor 4. Bei Halbierung der Netzspannung  $U_N$  ist zur Beibehaltung der ursprünglich abgegebenen Leistung und damit zur Aufrechterhaltung der Ausgangsspannung  $U_A$  auf einem vorgebbaren Wert, eine Verdoppelung der Netzstromaufnahme gegenüber der ursprünglichen Netzstromaufnahme erforderlich. Das an der Eingangsklemme EK3 der Stromregelanordnung SRA anliegende Regelsignal ist daher um einen Faktor 4 gegenüber dem ursprünglichen Wert zu erhöhen. Dies ergibt sich wie folgt:

Bei Reduktion der Netzspannung  $U_N$  reduziert sich die Netzstromaufnahme bzw. der in der Stromregelanordnung SRA fließende Strom I proportional. Ändert sich das Regelsignal RS zunächst nicht, so sinkt die an die Last  $R_L$  abgegebene Leistung ab, damit sinkt auch die Ausgangsspannung  $U_A$ . Ein von der Ausgangsspannung mittels eines ersten und zweiten Widerstandes  $R_1, R_2$  in der ersten Spannungsmeßanordnung MA1 gebildetes Spannungssignal SS wird in der Regelanordnung RA des Rückkopplungszweiges RZ von einem Referenzsignal  $U_1$  subtrahiert und nachfolgend in einer Integrieranordnung IN aufintegriert. Sinkt die Ausgangsspannung  $U_A$  aufgrund einer Verringerung der abgegebenen Leistung, so sinkt auch das Spannungssignal SS und ein von der zweiten Subtrahieranordnung SUB2 geliefertes Ausgangssignal steigt, damit steigt auch ein von der Integrieranordnung IN geliefertes Ausgangssignal. Der der Integrieranordnung IN nachgeschaltete Funktionsgenerator FG verwendet dieses Ausgangssignal als Eingangssignal x und erzeugt daraus ein davon exponentiell abhängiges Ausgangssignal y, welches der Stromregelanordnung SRA in dem dargestellten Beispiel direkt als Regelsignal zugeführt wird. Das Regelsignal RS und damit der in der Stromregelanordnung SRA fließende Strom I erhöht sich so lange, bis die Ausgangsspannung  $U_A$  wieder einen vorgegebenen Wert erreicht, bei welchem das Spannungssignal SS dem Referenzsignal  $U_1$  entspricht, so daß das Regelsignal RS nicht mehr weiter erhöht wird. Bei Erhöhung der Netzspannung  $U_N$  verringert sich das Regelsignal RS entsprechend.

In gleicher Weise wird die Stromaufnahme bzw. der in der Stromregelanordnung SRA fließende Strom I nachgeregelt, wenn sich bei gleichbleibender Netzspannung  $U_N$  die Last  $R_L$  ändert. Bleibt hierbei das Regelsignal RS zunächst konstant, so bleibt auch die aufgenommene bzw. abgegebene Leistung konstant

und die Ausgangsspannung  $U_A$  ändert sich. Daraufhin wird in der beschriebenen Weise das Regelsignal RS so lange nachgeregelt, bis die Ausgangsspannung  $U_A$  wieder einen vorgegebenen Wert erreicht.

Wie bereits erwähnt, ist das Regelsignal RS quadratisch von der Netzspannung  $U_N$  abhängig, während gleiche Laständerungen unabhängig von der Netzspannung  $U_N$  zunächst gleiche Änderungen der Ausgangsspannung  $U_A$  hervorrufen. Damit bewirken gleiche 10 Laständerungen auch gleiche Änderungen des von der Integrieranordnung IN gelieferten Ausgangssignals, während hierdurch Änderungen des Regelsignals RS bewirkt werden müssen, welche abhängig von der Eingangsspannung  $U_N$  sind. Aufgrund des exponentiellen 15 Verhaltens des Funktionsgenerators FG wirken sich lineare Änderungen des Eingangssignals x proportional auf Änderungen des Ausgangssignals y aus. Dies läßt sich anschaulich anhand der folgenden Gleichung erläutern, wonach

$$y = c \cdot a^{bx}$$

ist. Ändert sich das Eingangssignal x um den Wert  $\Delta x$ , so ergibt sich das neue Ausgangssignal  $y_1$  zu:

$$y_1 = c \cdot a^{bx} \cdot a^{b\Delta x}$$

Die Änderung des Ausgangssignals ist damit unabhängig von dessen Absolutwert und nur abhängig von der Änderung des Eingangssignals x. Damit erfolgt eine Nachregelung der Ausgangsspannung  $U_A$  bei exponentiellem Übertragungsverhalten des Funktionsgenerators und Änderung der Netzspannung  $U_N$  bzw. Änderung der Last  $R_L$  unabhängig von der Netzspannung.

Eine gewünschte Exponentialfunktion kann vorgezugsweise durch eine Polynomfunktion in für die Eingangssignale x und die Ausgangssignale y relevanten Funktionsbereichen angenähert werden.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, bei welcher dem Funktionsgenerator FG eine dritte Subtrahieranordnung SUB3 nachgeschaltet ist, welche von dem Ausgangssignal y des Funktionsgenerators FG ein konstantes Signal  $U_2$  subtrahiert. Hierdurch kann für endliche Eingangssignale x ein Regelsignal null erreicht werden, welches bei Leerlauf der Schaltungsanordnung erforderlich ist.

In Fig. 3 ist beispielhaft eine Schaltung für einen 50 Funktionsgenerator FG mit exponentiellem Übertragungsverhalten dargestellt. Der Funktionsgenerator FG weist einen Transistor T auf, der mit einer Basiselektrode B mit Bezugspotential M, mit einer Emittorelektrode E an eine Eingangsklemme EK und mit einer 55 Kollektorelektrode C über einen Widerstand R an eine Ausgangsklemme AK angeschlossen ist. Zwischen der Kollektorelektrode C und der Ausgangsklemme AK befindet sich ein Operationsverstärker OPV, der mit

einem Eingang mit der Kollektorelektrode C und mit einem anderen Eingang mit Bezugspotential M verbunden ist. Eine an zwischen der Ausgangsklemme AK und Bezugspotential anliegende Spannung  $U_2$  ergibt sich bei dieser Schaltung exponentiell zur Basis e aus einer zwischen der Eingangsklemme EK und Bezugspotential anliegenden Spannung  $U_1$ .

#### Bezugszeichenliste

GL1	erste Gleichrichteranordnung	10
SRA	Stromregelanordnung	
GL2	zweite Gleichrichteranordnung	
MA1	erste Spannungsmeßanordnung	
RZ	Rückkopplungszweig	15
RA	Regelanordnung	
EK1, EK2	Wechselspannungsanschluß	
AK1 - AK6	Ausgangsklemmen	
BG	Brückengleichrichter	
R1,R2,RS	Widerstände	20
RF	Stromfühlwiderstand	
L	Induktivität	
C	Kapazität	
D	Diode	
LS	Leistungsschalter	25
SMA	Strommeßanordnung	
OPV	Operationsverstärker	
SUB1-SUB3	Subtrahieranordnungen	
UN	Netzspannung	
Ua	Ausgangsspannung	30
U1, U2	Referenzsignale	
FG	Funktionsgenerator	
PWM	Pulsweitenmodulator	
RL	Last	
EK3	Eingangsklemme der Stromregelanordnung	35
NS	Netzspannungssignal	
RS	Regelsignal	
AS	Ansteuersignal	
SS	Spannungssignal	40
I	Strom in der Stromregelanordnung	
x	Eingangssignal des Funktionsgenerators	
y	Ausgangssignal des Funktionsgenerators	
IN	Integrieranordnung	
SI	Stromsignal	45
MUL	Multiplizieranordnung	

#### Patentansprüche

- Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer lastunabhängigen Gleichspannung mit folgenden Merkmalen:
  - einer ersten Gleichrichteranordnung (GL1) mit einem Wechselspannungsanschluß (EK1, EK2) und zwei Ausgangsklemmen (AK1, AK2);
  - einer an die Ausgangsklemmen (AK1, AK2)

5 der ersten Gleichrichteranordnung (GL1) angeschlossenen, zwei Ausgangsklemmen (AK3, AK4) aufweisenden Stromregelanordnung (SRA) zur Regelung der Netzstromaufnahme;

6 einer an die Ausgangsklemmen (AK3, AK4) der Stromregelanordnung (SRA) angeschlossenen zweiten Gleichrichteranordnung (GL2) mit Ausgangsklemmen (AK5, AK6), an denen eine Ausgangsspannung ( $U_a$ ) abgreifbar ist;

7 einer an die Ausgangsklemmen der zweiten Gleichrichteranordnung angeschlossenen Spannungsmeßanordnung (MA) zum Bereitstellen eines Spannungssignals (SS) an einem Ausgang;

8 einem Rückkopplungszweig (RZ) mit einem Integrieranordnung (IN) aufweisenden Regelanordnung (RA) zur Rückkopplung des Spannungssignals (SS) an eine Eingangsklemme (EK) der Stromregelanordnung (SRA);

9 gekennzeichnet durch folgendes weiteres Merkmal:

- einen der Regelanordnung (RA) in dem Rückkopplungszweig nachgeschalteten Funktionsgenerator (FG), der ein von einem Eingangssignal ( $x$ ) gemäß einer Funktion  $y=f(x)$  abhängiges Ausgangssignal ( $y$ ) erzeugt, wobei die Ableitung der Funktion  $f(x)$  von dem Eingangssignal ( $x$ ) abhängig ist und wobei die Ableitung wenigstens abschnittsweise mit wachsendem Eingangssignal ( $x$ ) zunimmt.
- Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Funktionsgenerator (FG) das Ausgangssignal ( $y$ ) wenigstens annäherungsweise gemäß  $y=f(x)=c \cdot a^{bx}$  oder  $y=f(x)=c \cdot x^n$ , wobei  $a, b, c$  und  $n$  Konstanten sind, erzeugt.
- Schaltungsanordnung, nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß  $a$  die Eulersche Zahl  $e$  ist.
- Schaltungsanordnung, nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß  $n > 2$  ist.
- Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Funktionsgenerator (FG) eine erste Subtrahierschaltung (SUB1) zur Subtraktion eines konstanten Signals von dem Ausgangssignal ( $y$ ) nachgeschaltet ist.
- Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Funktionsgenerator (FG) eine Diode oder einen

Transistor aufweist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Integriermanordnung (IN) eine zweite Subtrahieranordnung (SUB2) in der Regelanordnung (RA) vorgeschaltet ist, welche das Spannungssignal (SS) von einem Referenzsignal subtrahiert. 5
8. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromregelanordnung (SRA) einen parallel zu deren Ausgangsklemmen (AK3, AK4) geschalteten Leistungsschalter (LS), einen Pulsweitenmodulator (PWM), eine zweite Spannungsmeßanordnung, eine Strommeßanordnung (SMA), eine dritte Subtrahieranordnung (SUB3) sowie eine Multiplizieranordnung (MUL) aufweist, wobei der Leistungsschalter (LS) abhängig von einem Ausgangssignal des Pulsweitenmodulators (PWM) 10 geöffnet oder geschlossen ist und wobei einem Eingang des Pulsweitenmodulators (PWM) über die dritte Subtrahieranordnung (SUB3) ein Differenzsignal zugeführt ist, das sich aus der Differenz eines von der Strommeßanordnung (SMA) gelieferten Signals und eines von der Multiplizieranordnung (MUL) gelieferten Produktsignals ergibt, wobei das Produktsignal mittels der Multiplizieranordnung (MUL) aus einem Ausgangssignal der zweiten Spannungsmeßanordnung, und einem an der Eingangsklemme (EK3) der Stromregelanordnung (SRA) anliegenden Signal gebildet ist. 15
9. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Gleichrichteranordnung (GL1) einen Brückengleichrichter aufweist. 20
10. Verwendung einer Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche in einem Schaltnetzteil. 25

45

50

55

Fig. 1

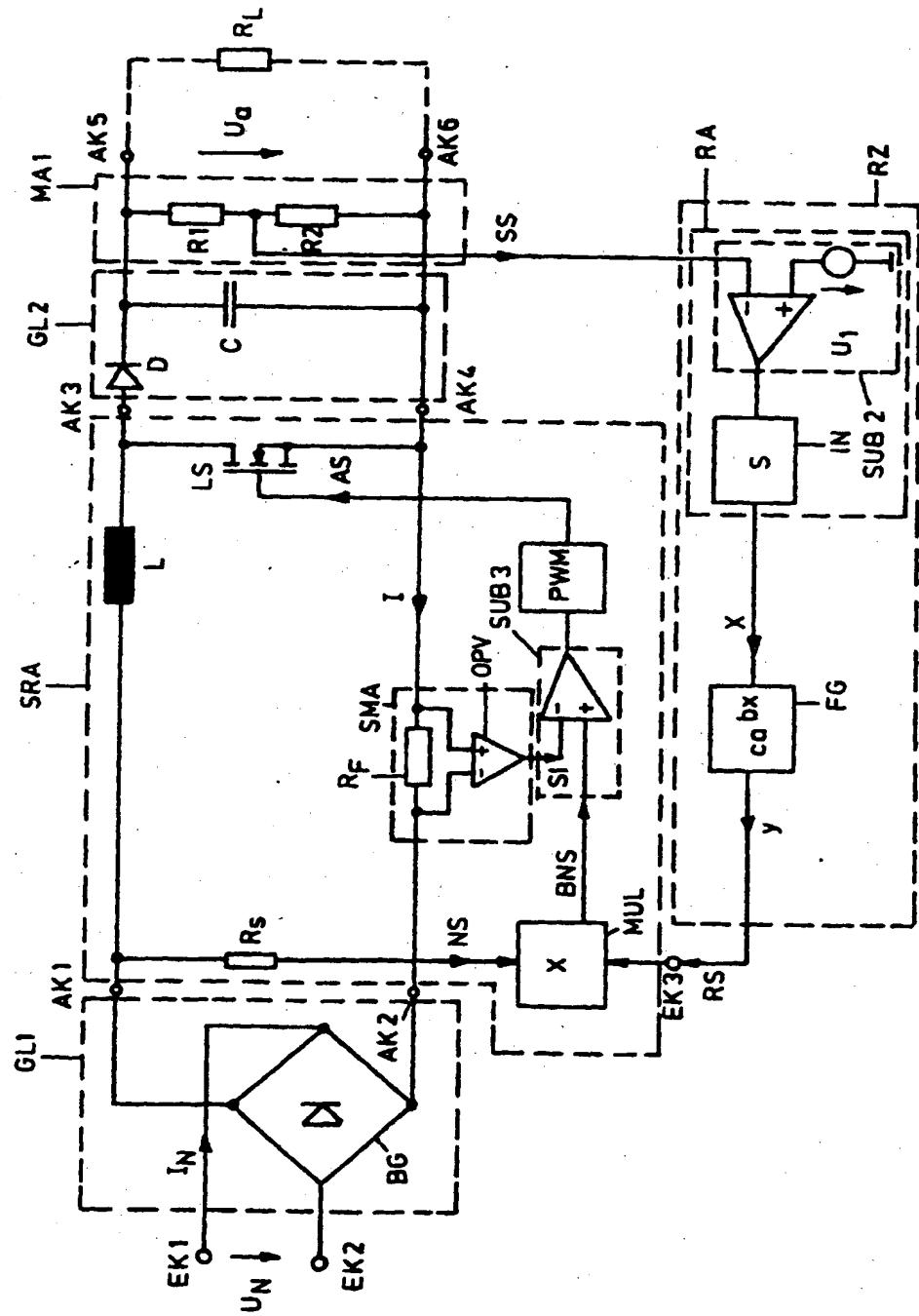
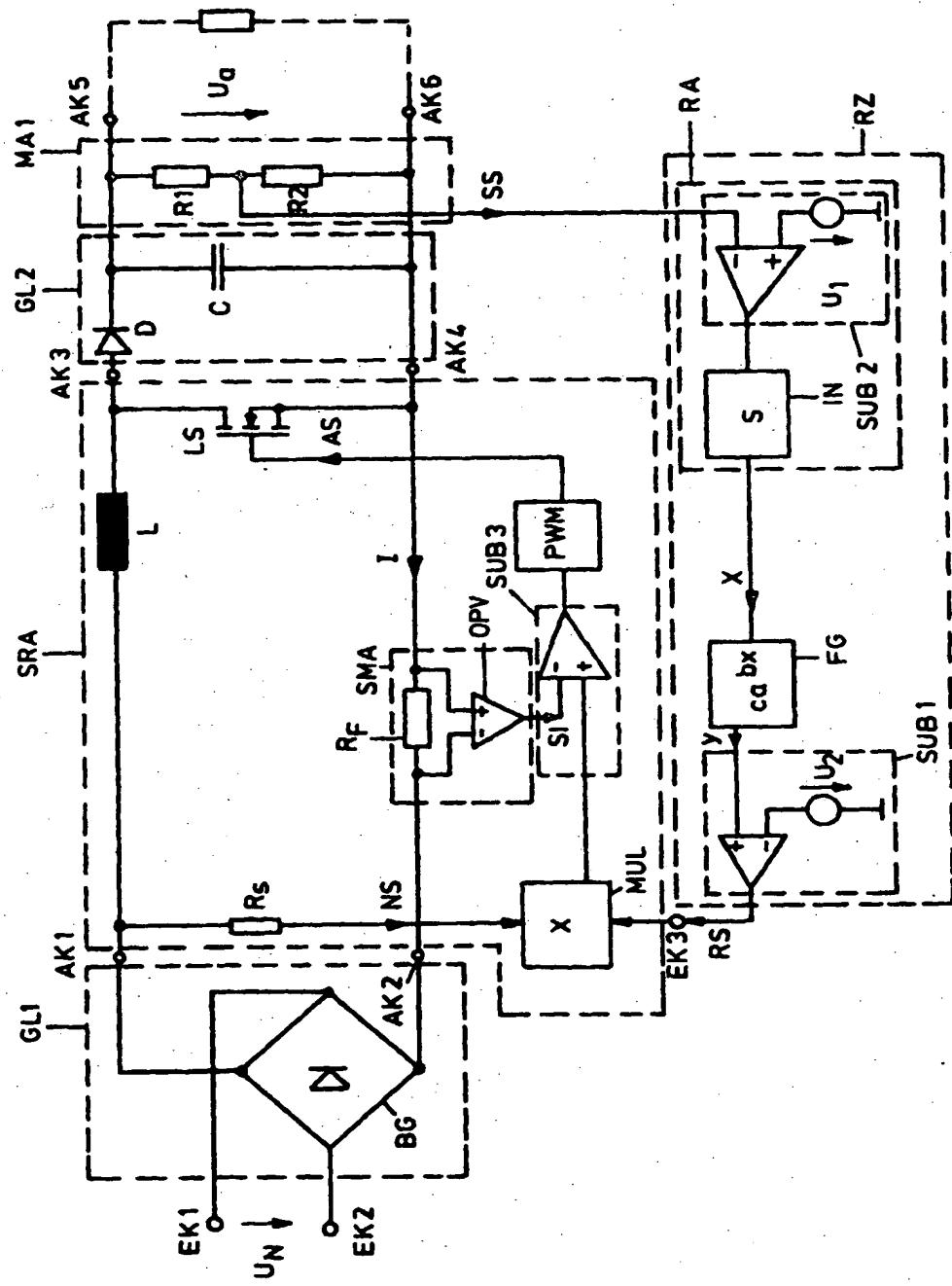


Fig. 2



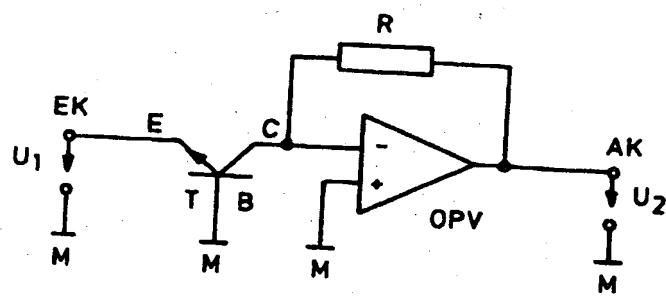


Fig. 3